

**T.C.**

**BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**



**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**2022-2023 GÜZ DÖNEMİ**

**TASARIM ÇALIŞMASI 2**

**LİTERATÜR**

**FATMANUR KIRBOĞA**

**12551644312**

# TESLİMAT ROBOTU

## ÖZET

Bu makale, ülkemizde süregelen taşıma sorunlarına bir çözüm olması niteliğinde taşıma robotu adlı çalışmaları sunmaktadır. Ürünleri evlere teslim eden bir otonom teslimat robotudur. Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) kullanarak paketleri istenen bir yere güvenli bir şekilde teslim edebilen uygun maliyetli bir otonom robot prototipinin tasarımı ve geliştirilmesidir. Dört tekerlekten çekişli robot, uydulardan GPS koordinatlarını alarak ve dijital pusula kullanarak yönünü düzelterek önceden ayarlanmış bir konuma başarılı bir şekilde gidebilir. Robot gideceği yere vardıktan sonra müşterinin kutuyu açmasını bekler. Teslimatı tamamladıktan sonra, robot otonom olarak başlangıç konumuna geri dönebilir. Robotun doğruluğunu tespit etmek için yön açısı doğruluk testi ve yörünge tamamlama doğruluk testi yapılmıştır. Bu proje ile birlikte elektrikli robotlar ile ürün gönderim ücretleri düşecektir. Ürün gönderim ücretlerinin düşmesi kullanıcılar açısından avantaj sağlarken, uygun fiyatlı olması daha çok kullanıcının bu firmayı seçmesine de yol açacaktır. Ürün firmalarının hızı normalden daha fazla olacaktır. Bu çözüm hem kullanıcılara hem de firmalara kolaylık sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Otonom dağıtım robotu, ürün teslim sistemi, Küresel Konumlandırma Sistemi, pusula, son mil, Endüstri 4.0.

## 1. GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz süreçte teknoloji göz kamaştırıcı bir hızla gelişmekte, her geçen gün erişilen nokta artık insanları eskisi kadar şaşırtmamaktadır. Birkaç yıl önce bilim kurgu olarak değerlendirilen teknolojiler giderek insanların gündelik hayatlarının önemli ve ayrılmaz bir parçası haline gelmeye başladı. Bugün insanların giderek artan bir bölümü siparişlerini internet üzerinden işletmeler tarafından geliştirilen uygulamalar vasıtasıyla gerçekleştirmekte, giderek artan bir kitle alışveriş yaparken ürünlerin doğru yönlendirilmesini beklemektedir [1]. Öte yandan teknolojinin bu perspektifte gelişmesi daha önce tanıdık olmayan ve hayal edilse dahi olanaklı görünmeyen birçok gelişmeyi hayatın bir parçası haline getirmiş, getirmeye de devam etmektedir.

Günümüzde robotlar hayatımıza girmiş bulunmaktadır. Daha da önemlisi hemen her alan da teknoloji kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte geliştirilen daha üst düzeyde ve fonksiyonel nitelikte algoritmalar bu sistemlerin öğrenen organizmalar haline gelmelerine ve otonom bir karakter kazanmalarına olanak sağlamaktadır [2]. Otonom olan bu dağıtım robotları, bir insan operatörün yardımı olmadan halkla hem olumlu hem de olumsuz şekillerde etkileşime girmektedir.

Çevrimiçi pazarın hızla artan popülaritesi, müşterilere verimli ürün teslimi sorununu da gündeme getiriyor. Çalışmalar, son mil teslimatının tedarik zincirinin en az verimli aşaması olduğunu ve toplam teslimat maliyetinin %28'ini oluşturduğunu göstermiştir [3]. Son mil teslimat verimliliğini artırmaya yönelik yeni bir yaklaşım, son mil problemini çözmek için en uygun teknoloji olduğu kanıtlanmış kara tabanlı otonom kara araçlarının aralarında bulunduğu çeşitli otonom teslimat robotlarını tanıtmaktadır [4].

Güvenli ve temassız paket teslimatı sağlamanın yanı sıra son mil teslimat verimliliğini artırmak amacıyla uygun maliyetli otonom mobil robot prototipi geliştirdik. Otonom bir mobil robot, robotta gezinmek için operatörden herhangi bir işlem gerektirmeyen, kendi kendini süren bir araçtır [5].

Hareketler ve yörünge operasyondan önce önceden tanımlanır ve robot buna göre hareket eder. Çeşitli navigasyon teknikleri arasında, robotun otonom navigasyonu için Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) verilerini kullandık ve varış yeri, robotun programında enlem ve boylam noktaları olarak önceden tanımlandı. Navigasyon için GPS kullanmanın ana avantajı, GPS'ten alınan verilerin önceki okumalardan bağımsız olmasıdır; bu nedenle hataları en aza indirmek kolaydır [6]. Dijital bir pusula, robotun yön açısını ölçer ve robotun yörünge yönünü bulmasına yardımcı olur. İstenilen yere 1 kg'a kadar faydalı yük taşıyabilir.

Önerilen robot, Arduino UNO R3 CH340 mikrodenetleyici kartı, güç kaynağı ünitesi, Pusula modüllü Ublox Neo-M8N GPS, L293D motor sürücü kartı, HC-05 Bluetooth modülü, Tower Pro'dan oluşmaktadır. SG90 servo motor ve dört tekerlekten çekişli robotik şasi. Ucuz ve piyasada bulunan bileşenleri seçerek robotun maliyetini en aza indirdik.

## 2. BİLİMSEL YAZIN TARAMASI

Hala büyüyen e-ticaret pazar hacimleri, müşteriye verimli ürün teslimi sorununu gündeme getiriyor. Son mil teslimatı, satıcı, aracı ve müşteri olmak üzere üç paydaşı içerir. Punakivi ve ark. geleneksel B2C ve e-ticaret bağlamında son mil konusunu hâlâ tartışıyordu; eve teslimat maliyetlerini %60'a kadar azaltabilecek gözetimsiz bir mal alımı önerdiler [7]. Gözetimsiz teslimat yaklaşımı, alım kutusu konsepti ve teslimat kutusu konsepti olmak üzere iki ana konseptte dayanmaktadır: Kabul kutusu, müşterinin garajına veya evinin bahçesine kurulurken, teslimat kutusu, bir bağlantı istasyonu ile donatılmış yalıtımlı, güvenli bir kutudur.

Yazarlar, simülasyon sonuçlarına dayanarak, gözetimsiz güvenli alım sağlayan eve teslimat çözümlerinin operasyonel olarak son mil dağıtımı için en uygun maliyetli model olduğu sonucuna vardılar. Ayrıca, güvenli bir teslimat kutusu çözümünün müşteri başına gereken daha küçük bir yatırım nedeniyle potansiyel olarak daha hızlı bir büyüme oranı ve yatırımlarda daha yüksek esneklik sağladığını doğruladılar.

Son yıllarda, ekonomide önemli bir endüstriyel payın yeniden kurulması ve yeniden kazanılması için tüm dünyada birçok yenilikçi üretim girişimi başlatıldı. Birçoğu, siber-fiziksel sistemlere (CPS) dayalı sanal ve gerçek dünyanın kaynaşmasını benimsiyor ve bu da seri halinde toplu özelleştirme ürünlerinin taleplerini karşılayabilmek için esnek ve açık değer zincirlerine yönelik akıllı üretim ve lojistik ağlara yol açıyor. Parti büyüklüğü 1'e [8, 9]. AB'nin en önemli endüstriyel ülkesi olan Almanya'da bu yaklaşıma "Endüstri 4.0" adı verildi. Endüstri 4.0'ın hedeflerinin daha derin bir analizi, Endüstri 4.0'ın siber-fiziksel sistemlerin ve dinamik tedarik zinciri ağlarının kullanımının ötesinde enerji ve kaynak verimliliği, inovasyonun kısaltılması ve pazara sürüm döngülerinin yanı sıra internet bağlantılı makineden makineye (M2M) iletişim ve etkileşim yoluyla üretkenlikte artış [9]. Bu anlamda, Endüstri 4.0, üç boyutlu (3D) baskı, büyük veri, Nesnelerin İnterneti ve Hizmetlerin İnterneti, yani akıllı üretimi kolaylaştırmak için gerekli tüm bileşenleri içeren dördüncü sanayi devriminden daha azını temsil etmez.

Bu arada, yeni iş modellerine uygulanan yeni teknolojik yenilikler, dronları ve teslimat robotlarını kullanarak ve otonom cihazların kullanımında ilk deneyimleri kazanan yiyecek ve bakkaliye hizmetlerini kullanarak müşteriye son kilometrede köprü kurmak için yeni çözümler açtı [10].

Punakivi ve ark.'nın geleneksel teslimat kutusu konseptini aktararak. Endüstri 4.0 bağlamına uygun bir yaklaşım, internet bağlantılı üretim ve lojistik seçeneklerini dikkate almalıdır. Ağırlıklı olarak teknik bilgin, M2M sistemlerini ve Endüstri 4.0 bağlamında otonom lojistik birimlerin gerçekleştirilmesini inceledi.

Uçan dronlarla teslimatla ilgili ilk aldatmacadan sonra, son zamanlarda karada konuşlu teslimat robotları son mil için odak noktasında. Bu robotlar, alanlarını diğer ulaşım araçlarıyla veya hareket eden insanlarla paylaşmak zorunda olduklarından, tercih ettikleri çalışma alanları banliyöler ve trafiğin nispeten düşük olduğu bölgelerdir. Bu alanlarda, otonom teslimat robotları, diğer teslimat modlarına kıyasla rekabet avantajına sahiptir ve temel iş modeli, birim/teslimat başına 1 €'dan daha az olduğu tahmin edilen son mil teslimat için maliyet avantajını vurgulamaktadır. —ilgili yerin maaş düzeyine bağlı olarak—mevcut maliyetlerden 15 kata kadar daha az [11]. Müşteri için, robot teslimatının standart olarak 15 ila 20 dakikalık bir teslimat penceresi sunması yönüyle ek kolaylık sağlar; bu, şu ana kadar yalnızca genel bir teslimat sunabilen geleneksel teslimattan çok daha kesin bir özelliktir.

Bugün, son kilometre teslimatının kilit oyuncular, DHL, UPS ve diğerleri gibi geleneksel lojistik hizmet sağlayıcıları da dahil olmak üzere yerleşik teslimat şirketlerinden ve aynı zamanda tüm dünyada büyüyen teslimat robotlarının geliştirilmesine odaklanan bir dizi yeni girişimden oluşuyor. Teslimat robotlarının en önemli iş alanları şu anda gıda ve çiçek gibi çabuk bozulan ürünlerdir, ancak otomatik depolar bağlamında perakende ve depolama sektöründe de uygulamalar mümkündür. Ana başlangıç fonlama ortamına daha yakından bakıldığında, tüm yatırım tutarlarının yaklaşık %50'sinin imalat, ağır sanayi ve dağıtım robotları için endüstriyel otomasyonu içeren kurumsal robotlara tahsis edildiğini ortaya koyuyor [12].

International Data Corporation'ın yaptığı bir araştırmaya göre, endüstri ve imalat sektörü, robotlar ve ilgili hizmetlerin en büyük alıcısı olmaya devam edecek ve 2017'de 100 milyar dolar seviyesine ulaşan dünya çapında robotik harcamalarının iki kattan fazla artacağı tahmin ediliyor. 2021'e kadar [13]. Yine de robot sektörü bugün, müşteri sektörüne yapılan teslimatların yaklaşık %60 yıllık bileşik büyüme oranıyla 2021 yılına kadar dördüncü en büyük büyümeyi temsil edeceğinin tahmin edildiğini fark etti. Kara tabanlı teslimat robotları sahnesine ilişkin daha derin bir içgörü, Marble, Teletail, Dispatch veya Starship Technologies gibi yeni kurulan şirketlerin birkaç milyon Euro aralığında fon çektiğini gösteriyor [13].

Teslimat robotları için düzenleyici çerçeve ile ilgili olarak, tartışma hala açıktır. Bir yandan, Endüstri 4.0 için düzenleyici bir çerçeveye doğru atılan adımların üzerine inşa etmek mümkündür; Öte yandan otonom hareketlilik bağlamında yaşanan tartışmaları da takip etmek mümkün. Scheurs ve Stewer otonom sürüşe ilişkin düzenleyici bir çerçeve üzerinde çalıştılar ve hareketliliğin politik, yasal, sosyal ve sürdürülebilirlik boyutlarını analiz ettiler.

Araştırmaları rekabetçiliği, yeniliği, güvenliği, uyumu ve koordinasyonu vurguladı ([14], s. 151–173). Araştırmaları, çeşitli ülkelerdeki gelişmelerin yanı sıra karayolu trafiğine ilişkin Birleşmiş Milletler (BM) sözleşmesinin ampirik sonuçlarına dayanmaktadır. Basu ve ark. yakın zamanda küçük otonom tarım robotları [15] için yasal çerçeveyi araştırdılar, ancak "agribotlar" genellikle yalnızca özel arazide dolaştıkları için, çözülmemiş trafik kanunu boyutu makalelerinde ele alınmadı.

Bu makale, teslimat robotlarını Endüstri 4.0 ortamının bir parçası olarak algılayarak Endüstri 4.0'ın düzenleyici çerçeve yolunu devam ettirmektedir. Sonuç olarak araştırma, teslimat robotları etrafındaki sorumluluk sorunları, veri koruma, mahremiyet ve yasal gelişmelere odaklanmaktadır.

### 3. ROBOT SİSTEM / YÖNTEM

#### A. Elektronik Bileşenler

1. **Arduino UNO R3 CH340 mikrodenetleyici:** Robotun ana işlem birimi, tüm giriş verilerini işleyen ve PWM (Pulse-Width Modulation) sinyallerini üreten Arduino UNO R3 CH340 mikrodenetleyici kartıdır. ATmega328P mikrodenetleyici tabanlı bir mikrodenetleyici kartıdır. 14 dijital giriş/çıkış pinine (6 pin PWM giriş/çıkışı sağlayabilir), 6 analog girişe, 16 MHz kristal osilatöre, bir USB portuna, bir güç yakına ve bir sıfırlama düğmesine sahiptir. Kartın çalışma voltajı 5V'tur.
2. **Güç Kaynağı:** Tüm robota güç sağlamak için 7.4V 2200 mAh (miliamp-saat) lityum polimer pil kullandık. Pil, robotu 30-45 dakika çalıştırmak için yeterli gücü sağlar.
3. **Pusula modüllü Ublox Neo-M8N GPS:** Ublox Neo-M8N GPS modülü, HMC5883L dijital pusulayı içerir. HMC5883L dijital pusula, manyetik parazite karşı oldukça hassastır ve her türlü parazit hatalı sonuçlara neden olabilir. Ublox en yeni 8 serisi birleşik GPS pusula modülü, pusulayı sistemin sınırları içinde bulunabilecek parazit kaynaklarından uzağa monte etmek için uygun bir yöntem sağlar. Neo-M8N GPS alıcısı, iyi bir alım koşulu altında konum takibi için yüksek doğruluk sağlar [16]. Böylece tek bir cihazdan doğru enlem, boylam, yükseklik, zaman ve rota açısı verilerini alıyoruz.
4. **Motor sürücüsü:** Robotumuzun tekerleklerinde kullanılan 4 adet DC redüktörlü motoru L293D motor sürücü kartı çalıştırmaktadır. Motor sürücüsü doğrudan 7.4V 2200mAh lityum polimer pil ile çalışır. Mikrodenetleyiciye güç sağlamak için kullandığımız düzenlenmiş bir 5V çıkış pinine sahiptir. Motor sürücüsü, 4 dişli motorun yükünü taşımaya yetecek kadar kanal başına 2 Amp pik çıkış akımı sağlar.
5. **Servo motor:** Konteynerin kapağını açıp kapatmak için bir Tower Pro SG90 servo motor kullanılır. 4,8 V çalışma voltajında 1.8 kg/cm durma torku sağlar.
6. **Bluetooth modülü:** Robotun mevcut enlem, mevcut boylam, hedef enlem, hedef boylam, mevcut rota açısı ve hedef rota açısı verilerini izlemek için bir HC-05 Bluetooth modülü kullanılır. Bluetooth modülü, cihaz Bluetooth sinyal aralığındayken bu verileri Bluetooth üzerinden android cihaza aktarabilir.

## B. Yapısal Bileşenler

1. **Şasi:** Robotta, alt ve üst plakalar için iki adet 3 mm kalınlığında şeffaf levha, dört adet 6V DC redüktörlü motor, dört adet 65 mm tekerlek, M3'ten oluşan "4WD (4 tekerden çekişli) Akıllı Robot Araç Kiti" kullanılmıştır [17]. Vidalar, somunlar ve bakır sütunlarda bulundurmaktadır.
2. **GPS modülü için stand:** Ublox GPS ve pusula modülünü robotla birlikte monte etmek için 12 cm uzunluğunda plastik bir stand yaptık. Stand 8 mm kalınlığında plastik levha kullanılarak yapılmış olup M3 somun ve vidalar ile robota montajı yapılmaktadır. Bu stand, GPS ve pusula modülünü robottan kaynaklanan herhangi bir manyetik girişimden uzak tutar.
3. **Plastik kap:** Teslimat ürünlerini güvenli bir şekilde muhafaza etmek için plastik bir kap kullanılmıştır. Kap, sıcakta eriyen yapıştırıcı ile kasaya yapıştırılmıştır. Servo motor kabın içine yerleştirilmiştir ve kapağı kontrol etmek için servo kol ve kabın kapağına bir krank mekanizması takılmıştır.

## C. Çalışma Prensipleri

Robotun programı, GPS ve pusula sensörlerinin ve Bluetooth modülünün başlatılmasıyla başlar. Bu sensör başlatmanın işlevi, Arduino Mikrodenetleyiciye veri aktarım hızını düzenlemektir. Robotun çalışma prensibi 11 adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar aşağıda açıklanmıştır.

1. GPS modülü uyduları arar ve mevcut enlem ve boylamı okur. Enlem ve boylamı doğru bir şekilde hesaplamak için GPS modülünün en az 4 uydusu ile kilitlenmesi gerekir.
2. Daha sonra robot, enlem ve boylam verilerinden hedef açısı hesaplar. Açılar radyan cinsinden ölçülmelidir. Hedef açısı bulmak için algoritma şu şekildedir:
  - a.  $fark\_Boylam = radyan(hedef\_Boylam - şimdiki\_Boylam);$
  - b.  $Latitude1 = radyan(current\_Latitude);$
  - c.  $Latitude2 = radyan(hedef\_Latitude);$
  - d.  $x = sin(fark\_Boylam) \times cos(Enlem2);$
  - e.  $y = cos(Enlem1) \times sin(Enlem2) - sin(Enlem1) \times cos(Enlem2) \times cos(fark\_Boylam);$
  - f.  $hedef\_açı = atan2(x, y) \times (180/3.14159);$
  - g.  $eğer (hedef\_açısı < 0) hedef\_açısı += 360 ise;$
3. Mevcut rota açısı pusula modülünden alınır ve mevcut rota açısı ile hedef açısı arasındaki farktan hata açısı ölçülür.

4. Hata açısını bilerek, robotun sola mı yoksa sağa mı dönmesi gerektiğini biliriz. 4 motor mikrodenetleyiciden hata açısına göre darbeler alır. L293D motor sürücüsü, robotu hedef açıyla hizalamak için motorları çalıştırır.

5. Hedef hedefe olan mesafe bu algoritma kullanılarak hesaplanır :

a.  $delta = radyan(geçerli\_Boylam - hedef\_Boylam);$

b.  $sd\_Boylam = sin(delta); cd\_Boylam = cos(delta);$

c.  $Enlem1 = radyan(geçerli\_Enlem);$

d.  $Enlem2 = radyan(hedef\_Enlem);$

e.  $sLat1 = sin(Lat1);$

f.  $cLat1 = cos(Lat1);$

g.  $sLat2 = sin(Lat2);$

h.  $cLat2 = cos(Lat2);$

i.  $delta = (cLat1 \times sLat2) - (sLat1 \times cLat2 \times cd\_Boylam);$

j.  $delta = kare(delta);$

k.  $delta += sq(cLat2 \times sd\_Boylam);$

l.  $delta = sqrt(delta);$

m.  $denom = (sLat1 \times sLat2) + (cLat1 \times cLat2 \times cd\_boylam);$

n.  $delta = atan2(delta, değer);$

o.  $mesafe\_To\_Destination = delta \times 6372795;$

6. Robot varış noktasından eşik değerine ulaşmış olup olmadığını kontrol eder (programımızda eşik değerini 3 metre olarak ayarladık). Değilse, robot hedef açısını, mevcut yön açısını ve hedefe olan mesafeyi tekrar hesaplar ve robot hedefine ulaşana kadar döngü devam eder.
7. Robot hedefine ulaştığında durur ve teslimatı almak için müşterinin ürününü almasını bekler.
8. 10 saniyelik bir gecikmenin ardından kabın kapağı kapanır ve robot başladığı yerden ev konumuna geri döner.

#### 4. SONUÇLAR

1 kg'a kadar paketleri veya ürünleri, herhangi bir insan teması olmadan bir kapta, belirli bir GPS konumuna güvenli bir şekilde teslim edebilen otonom bir paket dağıtım robotu prototipi geliştirdik. Sonuçlar, robotumuzun %97,19 yön açısı doğruluğu ve %95 başarılı denemeler veya yörünge tamamlama doğruluğu ile %100 doğru teslimatı sürdürerek paketin korunmasını ve taşınmasını sağladığını gösteriyor.

Bu robot, korunmasız insan temasının ölümcül kabul edildiği ve açık hava hareketlerinin kısıtlandığı son koronavirüs pandemisi sırasında yiyecek, bakkaliye ve günlük faydalı ürünleri istediğimiz yere ulaştırmak için çok yararlı olabilir. Ayrıca, sağlık sistemi üzerindeki bu aşırı baskı sırasında, tıbbi ekipmanı hastanelere ulaştırmak çok riskli olabilir. Robotumuz da bu görevlerin yerine getirilmesinde önemli bir rol oynayabilir. Aynı zamanda robotumuz, tedarik zincirindeki önemli lojistik sorunları çözmek için, özellikle son mil teslimat maliyetini ve süresini en aza indirmek için etkili bir akıllı lojistik sistemi olabilir. Robot, müşterilere akıllı ve kullanıcı dostu kılan basit bir kullanıcı arayüzü sağlar. Ayrıca, robotumuzun hafif yapısı onu çarpmalara karşı güvenli hale getirir, böylece şehir içi trafiğin, sıkışıklığın ve kazaların azaltılmasına etkili bir şekilde katkıda bulunabilir. Robotumuz, tedarik zincirindeki önemli lojistik sorunları çözmek için, özellikle son mil teslimat maliyetini ve süresini en aza indirmek için etkili bir akıllı lojistik sistemi olabilir.

Robot, müşterilere akıllı ve kullanıcı dostu kılan basit bir kullanıcı arayüzü sağlar. Ayrıca, robotumuzun hafif yapısı onu çarpmalara karşı güvenli hale getirir, böylece şehir içi trafiğin, sıkışıklığın ve kazaların azaltılmasına etkili bir şekilde katkıda bulunabilir. robotumuz, tedarik zincirindeki önemli lojistik sorunları çözmek için, özellikle son mil teslimat maliyetini ve süresini en aza indirmek için etkili bir akıllı lojistik sistemi olabilir. Robot, müşterilere akıllı ve kullanıcı dostu kılan basit bir kullanıcı arayüzü sağlar. Ayrıca, robotumuzun hafif yapısı onu çarpmalara karşı güvenli hale getirir, böylece şehir içi trafiğin, sıkışıklığın ve kazaların azaltılmasına etkili bir şekilde katkıda bulunabilir.

Tasarımları gereği teslimat robotları, toptan lojistiği ile tüketici arasındaki "kayıp halkayı" sağlıyor gibi görünüyor ve yakın gelecekte son mil sorununu çözmeye önemli ölçüde katkıda bulunacaklarına dair beklentiler sağlam temellere dayanıyor. Mevcut teknik çözümler, Endüstri 4.0 konseptlerini yalnızca kısmen gerçekleştiriyor, ancak finansman ve büyüme göstergelerine daha yakından bakıldığında, tüm robot sektörünün son derece dinamik olduğu ve özellikle çevre dostu arka plana karşı önümüzdeki yıllarda güçlü bir şekilde büyüyen bir pazarı temsil ettiği ortaya çıkıyor. Lojistik (örneğin, yeşil ulaşım koridorları yoluyla) ve teslimat robotları ile yapay zekanın kombinasyonu [ 18 , 19 , 20]. Her halükarda, iş bu teknolojilerin mevcut yasal çerçevelere uygulanması söz konusu olduğunda, aşırı coşku teslimat robotlarının algısını yanlışlıyor.

Bu makale, gelecekte (ve kısmen bugün bile) büyük zorlukların ortaya çıkacağı iki hususa ışık tutmayı amaçlamıştır: trafik yasası kapsamında teslimat robotlarının neden olduğu kazalar için kesin sorumluluk ve teslimat yoluyla GDPR gerekliliklerinin ihlali durumunda önemli cezalar. Robotların veri toplama ve iletleme mekanizmaları—teslimat robotlarından yararlanmaya karar veren bir girişimcinin şimdiye kadar dikkate almamış olabileceği riskler.

Teslimat robotlarının bir iş modeli olarak gelecekteki başarısını engelleyebilecek daha az yasal bir başka husus da toplumun ve belediye hükümetlerinin teslimat robotları tarafından yaya geçitlerinin aşırı kullanımını gerçekten ne kadar hoş karşılayacağı sorusudur. Teslimat robotları sektörü etrafında gelişen ilgili yasal çerçeve, ulusal, bölgesel ve belediye düzeyinde farklı kurallardan oluşan bir yamalı yapıyı temsil etmekte ve bu da teslimat robotlarının son mil iş modelinin rekabet avantajını gerçekleştirmeyi karmaşık hale getirmektedir [20].

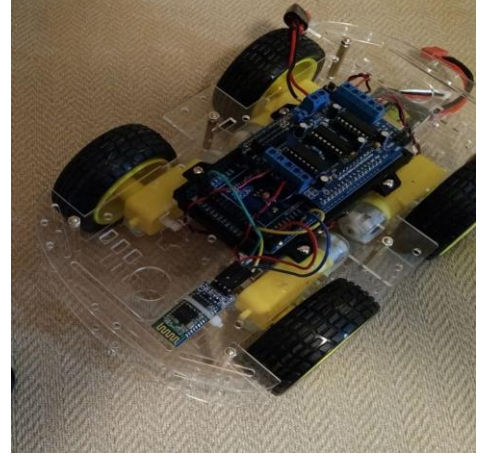


Fig. 1 Minimalize Hali



Fig. 2 Geliştirilmiş Versiyonu

#### 5. TEŞEKKÜRLER

Tüm bu durumlar ile uğraşılırken, robotun en küçük bir sorununda dahi bizzat ilgilenen Dr. Öğr. Üyesi Hakan Üçgün hocamıza burdan teşekkür ediyorum.

## 6. REFERANSLAR

- [1] Prause, G.; Atari, S. Endüstri 4.0 için sürdürülebilir üretim ağları üzerine. *Int. J. Entrep. Güç vermek. Sayılar* **2017** , 4 , 421-431.
- [2] Başu, S.; Omotubora, A.; Beeson, M.; Fox, C. Küçük Otonom Tarım Robotları için Yasal Çerçeve. Çevrimiçi olarak erişilebilir: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00146-018-0846-4.pdf> (10 Temmuz 2018'de erişildi).
- [3] L. Ranieri, S. Digiesi, B. Silvestri ve M. Roccotelli, "Dışsalıklar Maliyet Azaltma Vizyonunda Son Mil Lojistik Yeniliklerine İlişkin Bir İnceleme", *Sürdürülebilirlik MDPI Açık Erişim Dergisi* , cilt. 10, sayı. 3, s. 1-18, 2018.
- [4] G. Prause ve I. Boevsky, "Akıllı Kırsal Kalkınma için Teslimat Robotları", *Bulgar Tarım Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi* , cilt. 63, sayı. 4, s. 57-65, 2018.
- [5] MHA Hamid, AH Adom, NA Rahim ve MHF Rahiman, "Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) kullanan mobil robotun navigasyonu ve komutlu döngü zincirleme bağlantı uygulama yöntemiyle engellerden kaçınma sistemi", 2009 5. Uluslararası Sinyal İşleme ve Uygulamaları Kolokyumu, s. 176-181, 2009.
- [6] W. Rahiman ve Z. Zainal, "Otonom araba için GPS navigasyon geliştirmesine genel bir bakış", *2013 IEEE 8. Endüstriyel Elektronik ve Uygulamalar Konferansı (ICIEA)* , s. 1112-1118, 2013.
- [7] Punakivi, M.; Yrjölä, H.; Holmström, J. Son mil sorununu çözmeye: Kabul kutusu mu yoksa teslimat kutusu mu? *Int. J. Phys. Dağıt. lojistik Yönetim* **2001** , 31 , 427-439.
- [8] Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig, J. *Stratejik Girişim INDUSTRY 4.0'ı Uygulamaya Yönelik Öneriler* ; Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi: Berlin, Almanya, 2013.
- [9] Bauer, W.; Schlund, S.; Marrenbach, D.; Ganschar, O. *Industry 4.0—Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland* ; BİTKOM: Berlin, Almanya, 2014. (Almanca)
- [10] SBS. *Son Mil Teslimatında Teknolojik Bozulma ve Yenilik—Beyaz Kitap* ; Stanford Business School, Stanford Üniversitesi: Stanford, CA, ABD, 2016.
- [11] Yıldız gemisi. Veri koruması? İş ve Gizlilik Arasında Uygulanabilir Bir Dengeye İhtiyacımız Var. Çevrimiçi olarak erişilebilir: <https://www.european-business.com/starship-technologies/interviews/data-protection-we-need-a-feasible-balance-between-business-and-privacy/> (erişim tarihi 19 Mayıs 2018).
- [12] CBinsight. Robotik Başlangıç Finansman Manzarası Tek Bir İnfografikte Parçalandı. Çevrimiçi olarak erişilebilir: <https://www.cbinsights.com/research/robotics-deals-consumer-enterprise-medical/> (erişim tarihi 19 Mayıs 2018).
- [13] Uluslararası Veri Şirketi. *Dünya Çapında Altı Aylık Robotik ve Dron Harcama Rehberi* ; International Data Corporation: Framingham, MA, ABD, 2017.
- [14] Maurer, M.; Gerdes, C.; Lenz, B.; Kazanan, H. *Autonomes Fahren—Technische, Rechtliche und Gesellschaftliche Aspekte* ; Springer: Berlin, Almanya, 2015; ISBN 978-3-662-45853-2. (Almanca'da).
- [15] Başu, S.; Omotubora, A.; Beeson, M.; Fox, C. Küçük Otonom Tarım Robotları için Yasal Çerçeve. Çevrimiçi olarak erişilebilir: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00146-018-0846-4.pdf> (10 Temmuz 2018'de erişildi).
- [16] AL Boer, MC Luculescu, L. Cristea, SC Zamfira ve I. BARBU, "Uzaktan Kumandalı Uçak Sistemlerinde Kullanılan Küresel Konumlandırma Sistemleri Arasındaki Karşılaştırmalı Çalışma", *Scientific Research and Education in the Air Force* , cilt. 18, s. 127-132, 2016.
- [17] Doğan, R. (2019). *Gömülü Sistem tabanlı Bina içi Otonom Robot* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- [18] Başu, S.; Omotubora, A.; Beeson, M.; Fox, C. Küçük Otonom Tarım Robotları için Yasal Çerçeve. Çevrimiçi olarak erişilebilir: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00146-018-0846-4.pdf> (10 Temmuz 2018'de erişildi).
- [19] Prause, G.; Hoffmann, T. Yeşil Ulaşım Koridorları için Kooperatif İş Yapıları. *Balt. J.Eur. Damızlık* . **2017** , 7 , 3-27.
- [20] Rault, R.; Trentesaux, D. Yapay Zeka, Otonom Sistemler ve Robotik: Yasal Yenilikler. *Holonik ve Çok Etmenli Üretimde Hizmet İçi Yönelim* ; Borangiu, T., Trentesaux, D., Thomas, A., Cardin, O., Eds.; Springer: Berlin, Almanya, 2018; Cilt 762.